

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 2月14日

出願番号  
Application Number: 特願2003-036255  
[ST. 10/C]: [JP2003-036255]

出願人  
Applicant(s): 株式会社日立製作所  
株式会社日立アドバンスデジタル

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

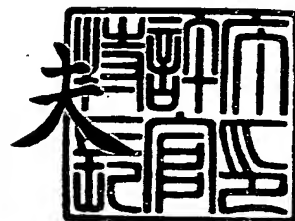
BEST AVAILABLE COPY

USSN: 10/776,231  
MATTINGLY, STANGER & MALUR, P.C.  
1800 DIAGONAL ROAD  
SUITE 370  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22314  
(703) 684-1120  
BKT: T&A-126

2004年 2月20日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 K03001601

【提出日】 平成15年 2月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 1/20

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立  
画像情報システム内

【氏名】 太田 重巳

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県海老名市下今泉 8 1 0 番地 株式会社日立製作  
所 インターネットプラットフォーム事業部内

【氏名】 松下 伸二

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【特許出願人】

【識別番号】 000233136

【氏名又は名称】 株式会社日立画像情報システム

【代理人】

【識別番号】 100080001

【弁理士】

【氏名又は名称】 筒井 大和

【電話番号】 03-3366-0787

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006909

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1



【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ラックマウントサーバシステム、ラックキャビネット、サーバモジュール、ならびにラックマウントサーバシステムの冷却方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発熱部を有するラックマウント方式の複数のサーバモジュールと、外部に排熱する冷却装置と、前記複数のサーバモジュールと前記冷却装置とを接続し、冷却液が循環する冷却液循環路とを有し、

前記複数のサーバモジュールは、前記冷却液循環路に並列に接続されていることを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 2】 請求項 1 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記冷却液循環路は、前記複数のサーバモジュールに並列に接続されたバイパスルートを持つことを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 3】 請求項 1 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記冷却液循環路は、前記冷却液を循環する循環手段を持ち、前記複数のサーバモジュールは、前記冷却液循環路から分岐して給排した冷却液を循環する装置内部循環手段を持つことを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 4】 請求項 1 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記複数のサーバモジュールの装置内部冷却液循環路と前記冷却液循環路とは、自動開閉バルブ付き継手で接続されていることを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 5】 請求項 4 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記冷却液循環路の自動開閉バルブ付き継手は、前記冷却液循環路の下流側配管の給水口と上流側配管の排水口とが 1 対で同じ高さになるように配置されていることを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 6】 請求項 5 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記 1 対の自動開閉バルブ付き継手は、前記冷却液循環路の上下方向に複数対設けられていることを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 7】 請求項 1 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、

前記冷却装置は、前記冷却液循環路を循環している冷却液の温度を検知し、前記冷却装置を経由したのちに流出される冷却液の温度を所定の温度に制御する手段を持つことを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 8】 請求項 3 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記複数のサーバモジュールの前記装置内部循環手段は、前記サーバモジュールの前記発熱部の温度が一定になるように流量を制御する手段を持つことを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 9】 請求項 1 記載のラックマウントサーバシステムにおいて、前記冷却装置は、互いに独立して動作する複数の装置からなることを特徴とするラックマウントサーバシステム。

【請求項 10】 発熱部を有するラックマウント方式の複数のサーバモジュールを搭載するラックキャビネットであって、冷却液が循環する冷却液循環路と、前記冷却液循環路に前記複数のサーバモジュールの取り付けピッチ間隔で接続された給排水用の複数対の継手とを有することを特徴とするラックキャビネット。

【請求項 11】 請求項 10 記載のラックキャビネットにおいて、前記冷却液循環路は、前記ラックキャビネットの上部に、前記複数のサーバモジュールの前記発熱部での受熱を外部に排熱する冷却装置を持つことを特徴とするラックキャビネット。

【請求項 12】 ラックマウント方式のサーバモジュールであって、第 1 の温度に発熱する第 1 の発熱部と、前記第 1 の温度より低い第 2 の温度に発熱する第 2 の発熱部と、前記第 1 の発熱部を液冷方式で冷却する第 1 の冷却手段と、前記第 2 の発熱部を空冷方式で冷却する第 2 の冷却手段とを有することを特徴とするサーバモジュール。

【請求項 13】 請求項 12 記載のサーバモジュールにおいて、前記第 1 の発熱部は、複数からなり、前記第 1 の冷却手段は、冷却液が循環する装置内部冷却液循環路を持ち、

前記装置内部冷却液循環路は前記複数の第1の発熱部に並列に接続されていることを特徴とするサーバモジュール。

【請求項14】 発熱部を有するラックマウント方式の複数のサーバモジュールと、外部に排熱する冷却装置と、前記複数のサーバモジュールと前記冷却装置とを接続し、冷却液が循環する冷却液循環路とを有し、前記複数のサーバモジュールが前記冷却液循環路に並列に接続されているラックマウントサーバシステムの冷却方法であって、

前記冷却液循環路の下流側配管から低温な冷却液を前記複数のサーバモジュールに給水し、前記複数のサーバモジュールの前記発熱部から受熱を行ったのち前記冷却液循環路の上流側配管へ受熱して高温となった冷却液を排水し、前記高温となった冷却液を前記冷却装置にて冷却し、再び前記複数のサーバモジュールへ供給することを特徴とするラックマウントサーバシステムの冷却方法。

【請求項15】 請求項14記載のラックマウントサーバシステムの冷却方法において、

前記サーバモジュールを前記冷却液循環路に接続する際に、前記サーバモジュールの装置内部冷却液循環路に冷却液を充填したのちに接続することを特徴とするラックマウントサーバシステムの冷却方法。

【請求項16】 請求項14記載のラックマウントサーバシステムの冷却方法において、

前記冷却装置は、互いに独立して動作する複数の装置からなり、

前記複数の装置のうちの第1の装置が故障した際には第2の装置を動作させることを特徴とするラックマウントサーバシステムの冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ラックマウントサーバシステムの冷却技術に係わり、特に冷却液を循環させる液冷方式に適用して有効な技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年では、サーバ等の情報処理装置のシステム構成・収納および設置において、ラックマウント方式が主流となっている。ラックマウント方式とは、各々の機能を持った装置を特定の規格に基づき形成されたラックキャビネットに段積み搭載するもので、各装置の選択・配置を自由に行え、システム構成の柔軟性・拡張性に優れ、システム全体の占有面積も縮小できるという利点がある。

#### 【0003】

特に、サーバ関連ではIEC規格(International Electrical Commission)／EIA規格(The Electrical Industries Association)に規定された19インチラックキャビネットが主流となっており、装置を搭載するための支柱の左右間口寸法を451mm、搭載における高さ寸法を1U(1EIA)=44.45mmという単位で規定されている。

#### 【0004】

ここで、本発明者が本発明の前提として検討した、従来のラックマウントサーバシステムの冷却方法において、ラックキャビネットへのサーバモジュールの実装状態を図15に示す。従来のラックマウントサーバシステムは、複数のサーバモジュールをラックキャビネット10に搭載して構成される。ラックキャビネット10は、外郭をなす4方の柱と、サーバモジュールを搭載する為の柱である4方のマウントアングル11からなる。

#### 【0005】

サーバモジュールの装置筐体1は、搭載金具8によって、マウントアングル11に取り付けられる。装置筐体1の内部には主基板2が実装され、この主基板2の上にCPU(Central Processing Unit)やLSI(Large Scale Integrated circuit)等の発熱部3が実装されている。発熱部3の上には放熱フィン4が密着されており、その放熱フィン4の上流あるいは下流に冷却ファン5が実装され、放熱フィン4に風を当てる構造となっている。

#### 【0006】

さらに、通常、サーバモジュールの装置前面には、磁気記憶装置等のデバイス

6が実装されている。また、装置後面には、外部との接続コネクタ7等が実装されている。

#### 【0007】

上記の実装により、風の流れは、装置筐体1の内部に実装された冷却ファン5によって、デバイス6の隙間をぬって装置正面から外気を吸気し、放熱フィン4にて発熱部3を冷却したのち接続コネクタ7等の隙間をぬって、装置後面あるいは側面に排気される。

#### 【0008】

以上のように、従来のラックマウントサーバシステムにおいては、サーバモジュールの装置筐体1の内部に冷却ファン5を実装した装置前面より吸気し、装置後面または側面に排気して発熱部3を冷却する強制空冷方式が主であった。なお、このようなラックマウント方式の強制空冷方式に関しては、例えば特許文献1等に記載されている。

#### 【0009】

##### 【特許文献1】

特開2000-261172号公報

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、前記のようなラックマウント方式では、サーバモジュールの各装置の上下にも同様にその他の装置が搭載されるケースがあり、吸排気を装置の天面・底面で行っても吸排気口が塞がれ、効果が期待できない。さらに、装置側面に吸気口を設けた場合、装置の排気により暖められたラックキャビネット内の空気を吸気することとなり、冷却効率を低下させる要因となる。よって、ラックマウント方式の強制空冷方式では、装置前面から吸気し、装置後面および側面から排気する必要がある。

#### 【0011】

また、近年、ラックマウント方式では、ラックキャビネットにおけるサーバモジュールの高密度搭載や省スペース化のため、装置の薄型化が進み、装置内部に実装できる冷却ファンも小型で風量の少ないものしか実装できなくなっており、



加えて、装置前面には磁気記憶装置等のデバイスが実装され、装置後面には外部との接続コネクタ等が配置されるため、吸排気面積が著しく小さくなってきている。

#### 【0012】

さらに、ラックマウント方式では、サーバモジュールの高性能化に伴い、CPUやLSI等の高速化、CPUのマルチ構成化、磁気記憶装置等のデバイスの高回転化やアレイ化などが進み、発熱量も増加している。このため、強制空冷のための必要風量を確保することが困難になってきている。

#### 【0013】

そこで、本発明の目的は、サーバモジュールが高性能化、薄型化、高密度実装化しても、ラックマウント方式の利点を損なわず、ラックキャビネット内に搭載された複数のサーバモジュールの信頼性確保に十分な冷却を可能にし、特に液冷方式を採用してサーバモジュールに搭載された高発熱部品の放熱を円滑に行う冷却技術を提供することにある。

#### 【0014】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、上記目的を達成するために、発熱部を有するラックマウント方式の複数のサーバモジュールと、外部に排熱する冷却装置と、複数のサーバモジュールと冷却装置とを接続し、冷却液が循環する冷却液循環路とを有し、複数のサーバモジュールが冷却液循環路に並列に接続されている構成において、サーバモジュールの冷却方法を液冷とし、その冷却液を冷却液循環路を通じてサーバモジュールの各装置に給水し、各装置から排水された冷却液を装置外部に輸送し、ラックキャビネットに設けられた冷却装置にて冷却液を冷却したのち再びサーバモジュールの各装置に送り込む液冷方式としたものである。

#### 【0015】

前記液冷方式は、ラックキャビネットに冷却液を循環させる冷却液循環路である配管をラックキャビネットの柱に沿って上下方向に循環するように設け、少なくともその上下どちらか一方に冷却装置として、冷却液を循環させる循環手段であるポンプと熱交換器を用いて冷却液を冷却する冷却部を設け、前記冷却部を境

に下流側を下流側配管、上流側を上流側配管として上下方向に平行に形成し、下流側配管には常に冷却された冷却液が供給できるようにして、ラックキャビネット内で閉じた循環経路を形成している。

#### 【0 0 1 6】

前記サーバモジュールは、冷却液を外部から供給するための給水口を設け、装置内部冷却液循環路である内部配管にて、CPUやLSI等の発熱部まで配管し、さらに熱を受熱する受熱部、この受熱した冷却液を外部に排水するための排水口を設け、装置に内蔵した装置内部循環手段であるポンプにて冷却液を輸送している。

#### 【0 0 1 7】

また、前記サーバモジュールは、前記下流側配管と前記給水口が接続され、前記上流側配管と前記排水口が接続され、冷却液を循環させることで、常に低温の冷却液が供給され、かつ大量の熱量を装置外部に排出することで、サーバモジュールの各装置内の比較的高温の発熱部を冷却するものである。

#### 【0 0 1 8】

さらに、前記サーバモジュールは、高温の発熱部は液冷方式を用いて冷却し、比較的低温の発熱部の冷却には空冷方式を併用して、液冷と空冷のハイブリッド構成としたり、複数の高温の発熱部には冷却液を循環する配管を並列に接続したものである。

#### 【0 0 1 9】

また、前記サーバモジュールのラックキャビネットへの搭載・取外し時の冷却液の接続・遮断を容易にするために、ラックキャビネット側の配管と、サーバモジュールの各装置側の給排水口との接続に自動開閉バルブ付き継手を用いて接続する構造としたものである。

#### 【0 0 2 0】

さらに、複数のサーバモジュールを自由な位置に接続できるように、下流側配管と上流側配管にそれぞれ給水口・排水口として接続継手を設け、これを1対として上下方向に複数設けた構造としたものである。

#### 【0 0 2 1】

また、複数のサーバモジュールがラックキャビネット側に設けた配管に接続しても、流量の変化を抑え、安定した冷却性能を確保するために、サーバモジュールの各装置毎にポンプを内蔵し、ラックキャビネット側に設けた配管から給排水を自力で出来る構造としたものである。

#### 【 0 0 2 2 】

さらに、安定した冷却性能を提供するために、熱交換器を用いた冷却部において、循環している冷却液の温度を検知し、熱交換器の能力を制御可能な機能を備え、冷却部を経由した冷却液の温度を一定温度に保つことが可能な冷却方式としたものである。

#### 【 0 0 2 3 】

また、本発明のラックマウントサーバシステムの冷却方法の導入性を向上させるため、液冷方式を構成しているポンプ・熱交換器・冷却部・配管等を内蔵したラックキャビネットとして提供するものである。

#### 【 0 0 2 4 】

また、前記ラックマウントサーバシステムの冷却方式を冗長構成とするために、冷却装置を互いに独立して動作する複数の装置から構成し、ある装置が故障した際に他の装置を動作させる構成としたものである。

#### 【 0 0 2 5 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

#### 【 0 0 2 6 】

まず、図 1 ～図 4 により、本発明の一実施の形態であるラックマウントサーバシステムの冷却方法の概略構成の一例を説明する。それぞれ、図 1 はバイパスルートを持たない場合、図 2 はバイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置にポンプを搭載しない場合、図 3 はバイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置に流量調整バルブを設けた場合、図 4 はバイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置にポンプを搭載した場合の概略構成図を示す。

## 【0027】

図1に示す、ラックマウントサーバシステムの冷却方法の概略構成は、バイパスルートを持たない場合の構成であり、ラックキャビネット10と、受熱部21および装置内部配管22等からなる複数（1～nまでのn台）のサーバモジュール62と、下流側配管30および上流側配管31等からなる主循環配管34と、主循環用ポンプ41、タンク42、冷却部43および熱交換器50等からなる冷却装置52などを有して構成されている。

## 【0028】

このように、バイパスルートを持たない場合は、主循環用ポンプ41によってサーバモジュール62の各装置に冷却液を給水する。この場合、各装置に流れる冷却液の流量は、それぞれの装置の流路抵抗が同じ場合、均等に分配される。よって、装置が1台の場合は、主循環用ポンプ41の流量 $Q$ （l/min）が供給され、2台の場合は $Q/2$ （l/min）、n台の場合は $Q/n$ （l/min）となり、装置の搭載台数によって装置内に流れる流量が変化してしまう。流量の変化によって、運ばれる熱量の変化が生じ、冷却能力が変化することになる。

## 【0029】

また、通常は、サーバモジュール62の各装置によって流路抵抗が異なる。この場合、複数台搭載すると、それぞれのサーバモジュール62には各装置の流路抵抗に反比例した量の冷却液が流れることになり、それぞれの装置が期待した流量を確保することが困難である。

## 【0030】

さらに、流量の変化に伴い、管内の圧力も変化する。通常、主循環配管34の管径に対し、サーバモジュール62の装置内部配管22の管径は細いため、少数搭載時には過大な圧力が加わり、継手部分からの液漏れ等の危険がある。そこで、管内に過剰な圧力が加わらないようにするためには、装置内部配管22の管径を太くする必要があるが、大きな容積を必要とするため、高密度実装の装置には適さない。そこで、図2の構成が考えられる。

## 【0031】

図2に示す、ラックマウントサーバシステムの冷却方法の概略構成は、バイパ

スルートを設け、サーバモジュールの各装置にポンプを搭載しない場合の構成であり、前記図 1 と異なる点は、主循環配管 3 4 にバイパスルートが設けられ、このバイパスルートにバイパス流量調整バルブ 5 4 が接続されていることである。

#### 【 0 0 3 2 】

このように、バイパスルートを設け、サーバモジュール 6 2 の各装置にポンプを搭載しない場合は、サーバモジュール 6 2 の装置搭載台数の変化による各装置の流量の変化、管内圧力の変化を制御することができる。通常、主循環配管 3 4 は太く、装置内部配管 2 2 は細いので、バイパスルートを設けただけでは、主に流路抵抗の少ないバイパスルートに流れ、各装置には少量しか流れない。

#### 【 0 0 3 3 】

このため、バイパスルートにバイパス流量調整バルブ 5 4 を設ける必要がある。バイパスルートの流量を絞ることで、各装置に流れる流量は増加し、バイパスルートの流量を開くと、各装置の流量は減少する。これによって、流量や管内圧力の調整は可能であるが、前記図 1 の構成と同様に、流路抵抗に反比例した流量分配となり、それぞれの装置が期待した流量を得ることが困難である。そこで、図 3 の構成が考えられる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 3 に示す、ラックマウントサーバシステムの冷却方法の概略構成は、バイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置に流量調整バルブを設けた場合の構成であり、前記図 1 および図 2 と異なる点は、サーバモジュール 6 2 の各装置内部配管 2 2 に装置流量調整バルブ 2 8 が接続されていることである。

#### 【 0 0 3 5 】

このように、バイパスルートを設け、サーバモジュール 6 2 の各装置に流量調整バルブ 2 8 を設けた場合は、サーバモジュール 6 2 の各装置において、各装置の流量を絞ることで、各装置に流れる流量は減少し、各装置の流量を開くと、各装置の流量は増加する。これによって、バイパス流量調整バルブ 5 4 による流量や管内圧力の調整と共に、各装置の装置流量調整バルブ 2 8 を調整することで、各装置毎に期待した流量を得ることができる。ただし、流量の異なる装置を複数台搭載した場合には、各装置が期待した流量に調整することが難しい面がある。

そこで、図 4 の構成が考えられる。

#### 【0 0 3 6】

図 4 に示す、ラックマウントサーバシステムの冷却方法の概略構成は、バイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置にポンプを搭載した場合の構成であり、前記図 1 ～図 3 と異なる点は、サーバモジュール 6 2 の各装置内部配管 2 2 に装置内部ポンプ 2 3 が接続されていることである。

#### 【0 0 3 7】

このように、バイパスルートを設け、サーバモジュール 6 2 の各装置にポンプを搭載した場合は、主循環配管 3 4 に流れる流量（主循環用ポンプ 4 1 の流量） $Q$ と、搭載されるサーバモジュール 6 2 の各装置の流量（各装置の装置内部ポンプ 2 3 の流量） $q$ の関係が、

$$Q > q_1 + q_2 + \dots + q_n \quad (\text{式 1})$$

の関係にあるようにする。

#### 【0 0 3 8】

これによって、装置が搭載されていない場合は、主循環配管 3 4 のバイパスルートを流れており、装置を接続することによって、装置内に冷却液が流れるが、そのほとんどは、流路抵抗の少ないバイパスルートに流れてしまう。そこで、装置内部ポンプ 2 3 を稼動することによって、主循環配管 3 4 から自力で給排水することになり、必要以上の流量はバイパスルートに流れる。

#### 【0 0 3 9】

この構成は、自力による給排水であるので、サーバモジュール 6 2 の装置内を流れる流量は装置内部ポンプ 2 3 の性能に伴った期待した流量が確保できる。また、上記式が成り立っていれば、流量の異なる装置を複数台搭載しても、それぞれに期待した流量を流すことができ、安定した冷却性能を確保できる。

#### 【0 0 4 0】

以下においては、主に図 4 の構成を例に、その具体的な構造を詳細に説明する。すなわち、前記図 4 に示すラックマウントサーバシステムは、ラックキャビネット 1 0 と、受熱部 2 1、装置内部配管 2 2 および装置内部ポンプ 2 3 等からなる複数のサーバモジュール 6 2 と、下流側配管 3 0 および上流側配管 3 1 等から

なる主循環配管 34 と、主循環用ポンプ 41、タンク 42、冷却部 43 および熱交換器 50 等からなる冷却装置 52 などを有する構成において、以下のような構造となっている。

#### 【0041】

ラックキャビネット 10 には、主循環配管 34 による循環系がサーバモジュール 62 の搭載方向に形成され、主循環用ポンプ 41 により冷却液を循環させる。さらに、冷却液の熱は外部に排熱したり、熱交換器 50 により、循環している冷却液を冷却する。本実施の形態では、主循環系のバッファとしてタンク 42 を設け、冷却部 43 を内蔵して熱交換器 50 により冷却する方法を示している。また、これらの主循環用ポンプ 41、タンク 42、冷却部 43、熱交換器 50 を一つの装置にまとめ、冷却装置 52 を形成している。

#### 【0042】

サーバモジュール 62 は、内部に装置内部ポンプ 23 を内蔵し、装置内部配管 22 により、発熱部 3 に冷却液を供給し、受熱部 21 により発熱部 3 を冷却したのち装置外部に排出する液冷方式の情報処理装置である。

#### 【0043】

主循環配管 34 は、冷却部 43 を境に、冷却液を排出する側を下流側配管 30、吸入する側を上流側配管 31 に区別される。サーバモジュール 62 は、下流側配管 30 から給水し、上流側配管 31 に排水する。サーバモジュール 62 は同様に、主循環配管 34 に複数台接続されている。このとき、主循環配管 34 を流れる冷却液の流量  $Q$  は、それぞれのサーバモジュール 62 に流れる流量  $q$  の和以上の流量を有する必要がある。

#### 【0044】

次に、図 5～図 7 により、ラックマウントサーバシステムの冷却方法における具体的な実装形態の一例について説明する。それぞれ、図 5 はラックキャビネットへのサーバモジュールの実装状態の斜視図、図 6 はサーバモジュールの流体接続構造の斜視図、図 7 はラックキャビネットに液冷方式のサーバモジュールと空冷方式の装置を混載させた状態の斜視図を示す。

#### 【0045】

ラックキャビネット 10 は、箱型をなし、内部にサーバモジュールを搭載する際に取り付けるための柱であるマウントアングル 11 を 4 方に設けている。このラックキャビネット 10 を形成する柱に沿って上下方向に主循環配管 34 を設け、主循環用ポンプ 41 により冷却液を循環し、主循環用ポンプ 41 の上流には冷却液のバッファとしてタンク 42 が配置されている。また、主循環配管 34 はマウントアングル 11 よりも外側に配置されている。

#### 【0046】

熱交換器 50 は、冷媒を用いた方式であり、コンプレッサ 45 にて気化した冷媒を圧縮により高圧にしたのち冷媒用ラジエータ 48 に送られ、冷媒冷却ファン 47 にて冷却される。この冷却された冷媒は液化し、エキスパンションバルブ 44 に送られ、ここで再び気化され、冷却部 43 を低温にし、再びコンプレッサ 45 に戻される。

#### 【0047】

冷却部 43 は、タンク 42 の内部に内蔵されており、このタンク 42 内の冷却液を冷却する。また、循環している冷却液の温度を検知し、冷却制御回路 46 により冷却能力を調整する機能を備えている。

#### 【0048】

これらの主循環用ポンプ 41、タンク 42、冷却部 43、熱交換器 50 は、冷却装置筐体 40 の内部に実装され、独立した冷却装置 52 を形成している。

#### 【0049】

主循環配管 34 は、冷却部 43 を境に冷却液の排出される側を下流側配管 30、吸入される側を上流側配管 31 として、2 本が平行になるように配置されている。下流側配管 30 には下流側接続継手 32、上流側配管 31 には上流側接続継手 33 が設けられ、それぞれがほぼ同じ高さになるように配置されている。さらに、それぞれを 1 対として上下方向に複数設けられている。

#### 【0050】

これらの下流側接続継手 32、上流側接続継手 33 は、自動開閉バルブ付きであり、流体継手が接続されていない場合は、バルブが自動で閉じており、液体が漏れない仕組みになっている。すなわち、この自動開閉バルブ付き継手は、接続



継手内にバルブを内蔵しており、継手のオス側、メス側にそれぞれバルブがあり、接続すると互いにバルブを押し合うことによってバルブが開き、離脱するとばねの力でバルブを閉じる機能を持つものである。

#### 【0051】

本実施の形態のサーバモジュール62は、装置筐体1の内部に主基板2が実装されており、この主基板2の上にはCPUやLSIといった発熱部3が実装されている。装置筐体1の背面側には、冷却液を外部から供給するための給水口として給水側接続継手24が設けられ、装置内部配管22にて、CPUやLSI等の発熱部3まで配管し、さらに熱を受熱する受熱部21を設け、受熱した冷却液を外部に排水するための排水口へと配管され、その排水口には排水側接続継手25が設けられている。

#### 【0052】

これらの給水側接続継手24、排水側接続継手25は、主循環配管34と同様、自動開閉バルブ付き継手である。受熱部21は、熱伝達率の高い材料を用い、冷却液が極力広い面積で接するように内部に蛇行した流路を形成し、発熱部3に密着されている。さらに、装置内部配管22の途中には、装置内の冷却液を輸送するための装置内部ポンプ23が設けられている。

#### 【0053】

サーバモジュール62の内部の複数の発熱部3を冷却する場合の装置内部配管22の接続方法は、直列接続と並列接続が挙げられるが、直列接続は、上流側の発熱部3により冷却液が上昇し、下流側の発熱部3の冷却に悪影響を及ぼすため、本実施の形態では並列接続によって複数の発熱部3に接続されている。

#### 【0054】

また、本実施の形態では、装置内部配管22の途中に設けられた装置内部ポンプ23の配置は、発熱部3の下流側に配置すると高温になった冷却液を吸水することになり、ポンプ寿命や性能に悪影響を及ぼすため、発熱部3の上流側に配置している。

#### 【0055】

サーバモジュール62は、一般のラックマウント方式の装置と同様、ラックキ

キャビネット 10 のマウントアングル 11 に搭載金具 8 を介して搭載され、下流側配管 30 の下流側接続継手 32 と装置の給水側接続継手 24 が給水側チューブ 26 にて接続され、上流側配管 31 の上流側接続継手 33 と装置の排水側接続継手 25 が排水側チューブ 27 にて接続されている。また、複数のサーバモジュール 62 を同様に接続することができる。

#### 【0056】

また、ラックキャビネット 10 には、図 7 に示すように、液冷方式のサーバモジュール 62 と同様に、一般の空冷方式の装置 63 も、マウントアングル 11 に搭載金具 8 を介して搭載することができるので、液冷方式のサーバモジュール 62 と空冷方式の装置 63 の混載が可能である。

#### 【0057】

続いて、前記図 4 および図 5 などにより、ラックマウントサーバシステムの冷却方法における液冷方式の一例について説明する。

#### 【0058】

主循環用ポンプ 41 によって、主循環配管 34 には、サーバモジュール 62 の接続に関わらず、冷却液が循環している。また、主循環用ポンプ 41 の上流側に配置した冷却部 43 によって、下流側配管 30 には常に冷却された冷却液が供給される。冷却液の温度を検知し、冷却制御回路 46 にて熱交換器 50 の能力を調整することで、下流側配管 30 に一定温度の冷却液を供給することができる。

#### 【0059】

サーバモジュール 62 を、主循環配管 34 の下流側配管 30 と上流側配管 31 に接続することで、サーバモジュール 62 の内部に冷却液が流れる。この際に、サーバモジュール 62 には冷却液を充填したのちに接続する。このとき、サーバモジュール 62 には装置内部ポンプ 23 を内蔵しているので、主循環用ポンプ 41 の動作によってサーバモジュール 62 内に冷却液を流すのではなく、装置内部ポンプ 23 の動作によってサーバモジュール 62 内に冷却液が流される。

#### 【0060】

よって、複数台のサーバモジュール 62 を接続しても、装置内部ポンプ 23 によって発熱部 3 の温度が一定になるように流量が制御され、この装置内部ポンプ

23の性能による一定の流量を流すことができる。但し、主循環配管34を流れる流量は、複数搭載されたサーバモジュール62内を流れる流量の総和より大きくなるように設定される必要がある。

#### 【0061】

主循環配管34の下流側配管30に流れる冷却液は、サーバモジュール62に内蔵の装置内部ポンプ23によって装置内に吸引され、発熱部3に至り受熱部21にて熱を受熱し、発熱部3を冷却すると共に、冷却液は高温となり、この高温となった冷却液は主循環配管34の上流側配管31に排出される。

#### 【0062】

サーバモジュール62を複数台接続した場合でも、給水側はすべて下流側配管30に接続され、排水側は上流側配管31に接続されるので、すべての装置が冷却部43によって一定温度となった冷却液を吸引することとなる。また、高温になった冷却液はすべて上流側配管31に集約され、冷却部43に戻り、再び一定温度まで冷却される。

#### 【0063】

次に、図8により、本実施の形態における冷却液の冷却装置において、冷却効率を向上させるための構成の一例を説明する。図8は別の冷却装置の斜視図を示す。

#### 【0064】

この構成の冷却装置52には、冷媒を冷却するための冷媒冷却ファン47が設けられており、冷却装置筐体40の前面から吸気して、冷媒用ラジエータ48に吹き付け、外部に排気している。上流側配管31は、冷却装置筐体40内に引き込まれたのち、装置前面側に配管され、装置前面の吸気部に設けられた冷却液用ラジエータ49に引き込まれている。その後、冷却部43が内蔵されたタンク42に引き込まれ、主循環用ポンプ41によって下流側配管30へと配管されている。

#### 【0065】

これによって、上流側配管31より流れてくる温まった冷却液は、タンク42に流れ込む前に、冷却液用ラジエータ49で冷媒冷却ファン47の吸気風により

液温を下げることができ、冷却部 43 による冷却温度差を小さくし、熱交換器 50 の負担を低減でき、効率よく冷却液を冷却できる。

#### 【0066】

さらに、図 9 により、本実施の形態における冷却液の冷却装置において、別の方式による構成の一例を説明する。図 9 は別の方式によるさらに別の冷却装置の斜視図を示す。

#### 【0067】

この方式の冷却装置 52 は、冷却装置筐体 40 の内部に冷却液用ラジエータ 49 に風を当てるように冷却液冷却ファン 51 を配置し、上流側配管 31 が冷却液用ラジエータ 49 に引き込まれ、主循環用ポンプ 41 を経由して下流側配管 30 へと配管されている。

#### 【0068】

これによって、上流側配管 31 より流れてくる温まった冷却液は、冷却液用ラジエータ 49 で冷却液冷却ファン 51 の送風により液温を下げるができる。本実施の形態における冷却液の冷却装置 52 として、図 9 のような簡易的な方式を採用してもよい。

#### 【0069】

次に、図 10 により、本実施の形態におけるサーバモジュールにおいて、別の流体接続構造の一例を説明する。図 10 はサーバモジュールの別の流体接続構造の斜視図を示す。

#### 【0070】

この流体接続構造のサーバモジュール 62 は、マウントアングル 11 に搭載金具 8 およびスライドレール 61 によって、前方に引き出し可能なように搭載されている。搭載金具 8 またはスライドレール 61 には、給排水チューブ保持部 60 が装置の給排水面に平行に設けられ、サーバモジュール 62 がラックキャビネット 10 に収納された状態で、給水側／排水側チューブ 26, 27 がサーバモジュール 62 の給水側／排水側接続継手 24, 25 に接続されるように、その一端が給排水チューブ保持部 60 に取付られている。もう一方の端は、上流側／下流側配管 30, 31 に接続されている。これらの給水側／排水側接続継手 24, 25

は自動開閉バルブを内蔵している。

#### 【0071】

これによって、サーバモジュール62をラックキャビネット10に収納すると、サーバモジュール62の給水側／排水側接続継手24, 25は上流側／下流側配管30, 31に自動的に接続され、また引き出すと自動的に切断される。

#### 【0072】

次に、図11により、本実施の形態におけるサーバモジュールにおいて、ハイブリッド構成の一例を説明する。図11はサーバモジュールのハイブリッド構成の斜視図を示す。

#### 【0073】

このハイブリッド構成のサーバモジュール62は、主基板2の上にCPUやLSIといった比較的発熱量が多い高温の発熱部3と、その他の比較的発熱量が少ない低温の発熱体9が実装されている。高温の発熱部3には受熱部21にて受熱する液冷方式を採用し、低温の発熱体9には、サーバモジュール62の装置前面に実装された冷却ファン5で風を当てる空冷方式が用いられている。

#### 【0074】

これによって、高温の発熱部3と、低温の発熱体9が実装されるハイブリッド構成のサーバモジュール62においては、液冷方式と空冷方式とを併用し、高温の発熱部3は液冷方式で冷やし、低温の発熱体9は空冷方式によって冷却することができる。

#### 【0075】

さらに、図12により、本実施の形態におけるサーバモジュールにおいて、複数の発熱部位を液冷する場合の構成の一例を説明する。図12はサーバモジュールの複数の発熱部位を液冷する場合の構成の斜視図を示す。

#### 【0076】

この構成のサーバモジュール62は、主基板2の上に比較的発熱量が多い高温の発熱部3と、その他の比較的発熱量が少ない低温の発熱体9が実装されている。また、サーバモジュール62の装置前面には、比較的発熱量が多い磁気記憶装置等のデバイス6の発熱体の実装されている。これによって、デバイス6の発熱

体も、受熱部 21a で受熱する発熱部 3 と同様に、並列に接続された装置内部配管 22 によって冷却液を循環させ、受熱部 21b で受熱することで、複数の発熱部位を液冷方式で冷却することが可能である。

#### 【0077】

この装置内部配管 22 の配管方法は、発熱部 3、デバイス 6 の発熱体に並列に配管することで、それぞれの発熱部位に同じ温度の冷却液を供給できる。また、比較的発熱量が少ない部分では、直列による配管も可能である。さらに、その他の発熱体 9 が自然空冷で冷却可能な発熱量であれば、図 12 のように冷却ファンを実装する必要がない。

#### 【0078】

次に、図 13 により、本実施の形態における冷却装置において、熱交換器を冗長化した場合の構成の一例を説明する。図 13 は冷却装置の熱交換器を冗長化した場合の概略構成図を示す。

#### 【0079】

この構成の冷却装置 52 は、タンク 42 の内部に 2 台の冷却部 43 を内蔵し、各冷却部 43 を低温にするために 2 台の熱交換器 50a, 50b が互いに独立して動作するように並列に設けられている。これによって、2 台の熱交換器 50a, 50b で冷却液を冷却し、どちらかが故障しても冷却液を冷却することが可能である。また、どちらか一方を稼動させ、故障した場合にはもう一方の熱交換器を稼動させてもよい。

#### 【0080】

さらに、図 14 により、本実施の形態における冷却装置において、主循環用ポンプを冗長化した場合の構成の一例を説明する。図 14 は冷却装置の主循環用ポンプを冗長化した場合の概略構成図を示す。

#### 【0081】

この構成の冷却装置 52 は、タンク 42 の出口から内部配管を並列に接続し、各内部配管に冷却液を循環するための 2 台の主循環用ポンプ 41a, 41b が互いに独立して動作するように並列に設けられている。また、各主循環用ポンプ 41a, 41b には、逆止弁 55 が付けられている。これによって、2 台の主循環

用ポンプ41a, 41bで冷却液を循環させ、どちらかが故障しても冷却液を循環させることが可能である。また、主循環用ポンプ41a, 41bを並列に接続しても、それぞれの主循環用ポンプ41a, 41bに逆止弁55を付けることで、一方が故障した場合のポンプ部での冷却液の循環を防止できる。

#### 【0082】

従って、本実施の形態のラックマウントサーバシステムの冷却方法によれば、以下のような効果を得ることができる。

#### 【0083】

(1) 強制空冷方式のラックマウント方式の装置において、薄型化による吸排気面積の縮小や、高密度実装化による流体の圧力損失の増加により、冷却ファンによる冷却が十分出来なくなるような条件下でも、液冷方式を採用することで、高温の発熱部3の熱を冷却液により受熱し、サーバモジュール62の装置外部へ排出でき、ラックキャビネット10に搭載した冷却装置52で一括して円滑に冷却することが可能になる。

#### 【0084】

(2) 主循環配管34に設けた主循環用ポンプ41により冷却液を循環し、搭載されるサーバモジュール62にも装置内を循環させるための装置内部ポンプ23を内蔵しているので、主循環配管34を流れる流量が、搭載される装置に流れる流量の総和より大きい限り、何台搭載（接続）しても各装置に流れる冷却液の流量を一定に保つことができ、安定した冷却が可能となる。

#### 【0085】

(3) 冷却液の冷却を制御回路を持った熱交換器50にて冷却性能を制御することで、各サーバモジュール62に対して一定温度の冷却液を供給することができ、信頼性の高い冷却性能を提供できる。

#### 【0086】

(4) 液冷方式によるサーバモジュール62の搭載時のみ、ラックキャビネット10に搭載した冷却装置52の主循環配管34に接続すればよいので、液冷方式以外の空冷方式の装置63の搭載も可能である。また、流体接続部に自動開閉バルブ付きの継手を使用することで、サーバモジュール62の各装置の搭載、取

り外しを容易に行うことができる。さらに、継手を主循環配管 34 に複数設けることにより、自由な位置にサーバモジュール 62 を搭載できるなど、ラックマウント方式の利点を損なうことなく、液冷以外の様々な装置を搭載したシステム構成が可能となる。

#### 【0087】

(5) それぞれのサーバモジュール 62 には、受熱部 21 と装置内部ポンプ 23 および装置内部配管 22 等の構成を有すればよいので、個々の装置の冷却構造を簡素化できる。さらに、冷却構造の簡素化はサーバモジュール 62 の小型化にもつながる。

#### 【0088】

(6) ラックキャビネット 10 内で閉じた冷却装置 52 を構成できるので、室内の温度を極端に低温にするなどの特別な環境下でなくても、サーバモジュール 62 の各装置の高温の発熱部 3 の冷却が可能である。

#### 【0089】

(7) 冷却液の冷却装置 52 をラックマウント方式の装置としてまとめ、広く流通しているラックキャビネット 10 に搭載できる構造にすることによって、特定のラックキャビネット 10 を用意することなく、本発明の冷却方法を容易に導入することが可能となる。

#### 【0090】

(8) 複数の熱交換器 50、あるいは複数の主循環用ポンプ 41 を並列に設けることで、冷却装置 52 を互いに独立して動作させることができるので、ある熱交換器あるいは主循環用ポンプが故障した際に、他の熱交換器あるいは主循環用ポンプを動作させることによって冗長構成を実現することが可能となる。

#### 【0091】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、サーバモジュールが高性能化、薄型化、高密度実装化しても、ラックマウント方式の利点を損なわず、ラックキャビネット内に搭載された複数のサーバモジュールの信頼性確保に十分な冷却を可能にし、特に液冷方式を採用してサーバモジュールに搭載された高発熱部品の放熱を円滑に行うことが可能



となる。

【0092】

また、本発明によれば、ラックマウント方式の利点を損なうことがないので、従来の液冷以外の様々な装置の取り付け容易性、操作性を阻害することがないラックマウントサーバシステムを構成することが可能となる。

【0093】

さらに、本発明によれば、ラックキャビネット内で閉じた冷却装置を構成し、各サーバモジュールの冷却構造を簡素化することができるので、サーバモジュールの小型化、さらにはラックマウントサーバシステムの小型化を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の一実施の形態であるラックマウントサーバシステムの冷却方法において、バイパスルートを持たない場合を示す概略構成図である。

【図2】

本発明の一実施の形態であるラックマウントサーバシステムの冷却方法において、バイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置にポンプを搭載しない場合を示す概略構成図である。

【図3】

本発明の一実施の形態であるラックマウントサーバシステムの冷却方法において、バイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置に流量調整バルブを設けた場合を示す概略構成図である。

【図4】

本発明の一実施の形態であるラックマウントサーバシステムの冷却方法において、バイパスルートを設け、サーバモジュールの各装置にポンプを搭載した場合を示す概略構成図である。

【図5】

本発明の一実施の形態において、ラックキャビネットへのサーバモジュールの実装状態を示す斜視図である。

**【図 6】**

本発明の一実施の形態において、サーバモジュールの流体接続構造を示す斜視図である。

**【図 7】**

本発明の一実施の形態において、ラックキャビネットに液冷方式のサーバモジュールと空冷方式の装置を混載させた状態を示す斜視図である。

**【図 8】**

本発明の一実施の形態において、別の冷却装置を示す斜視図である。

**【図 9】**

本発明の一実施の形態において、別の方式によるさらに別の冷却装置を示す斜視図である。

**【図 1 0】**

本発明の一実施の形態において、サーバモジュールの別の流体接続構造を示す斜視図である。

**【図 1 1】**

本発明の一実施の形態において、サーバモジュールのハイブリッド構成を示す斜視図である。

**【図 1 2】**

本発明の一実施の形態において、サーバモジュールの複数の発熱部位を液冷する場合の構成を示す斜視図である。

**【図 1 3】**

本発明の一実施の形態において、冷却装置の熱交換器を冗長化した場合を示す概略構成図である。

**【図 1 4】**

本発明の一実施の形態において、冷却装置の主循環用ポンプを冗長化した場合を示す概略構成図である。

**【図 1 5】**

従来の強制空冷方式によるラックマウントサーバシステムの冷却方法において、ラックキャビネットへのサーバモジュールの実装状態を示す斜視図である。

## 【符号の説明】

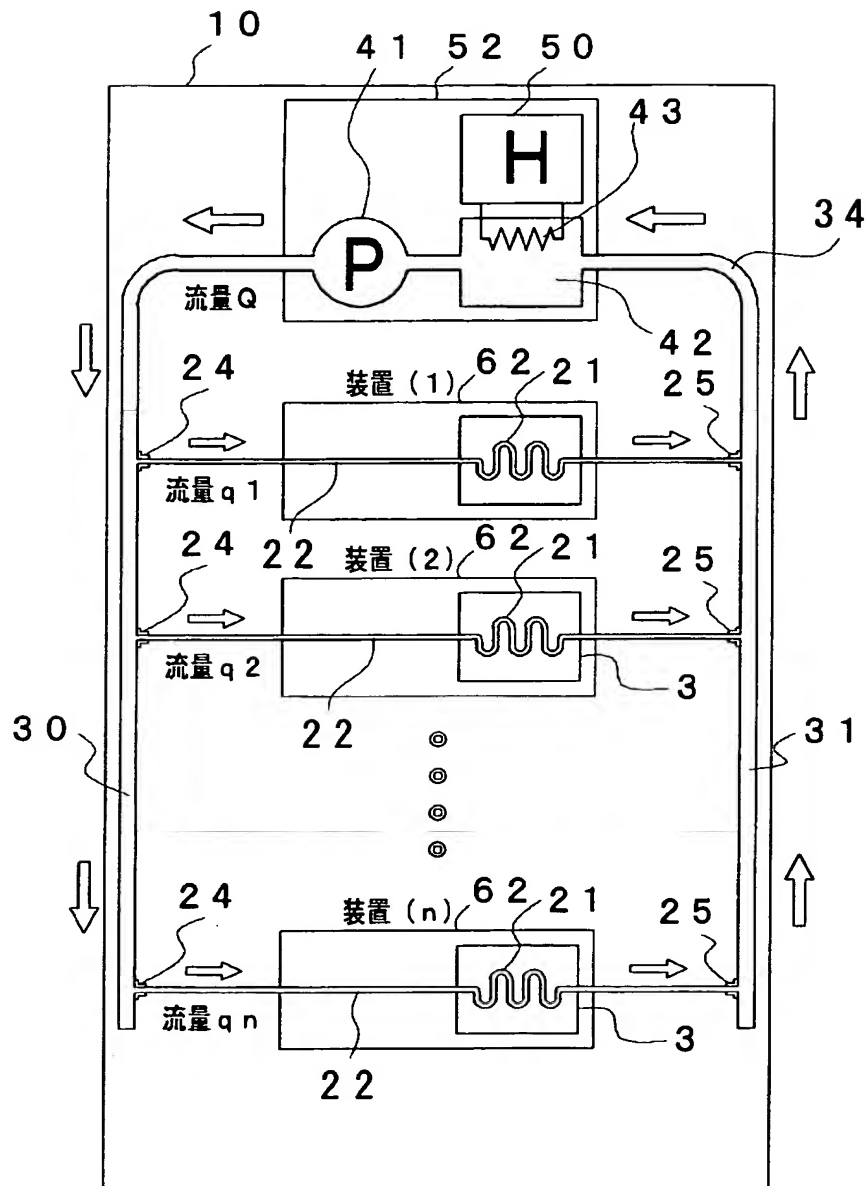
1…装置筐体、2…主基板、3…発熱部、4…放熱フィン、5…冷却ファン、6…デバイス、7…接続コネクタ、8…搭載金具、9…発熱体、10…ラックキャビネット、11…マウントアングル、21, 21a, 21b…受熱部、22…装置内部配管、23…装置内部ポンプ、24…給水側接続継手、25…排水側接続継手、26…給水側チューブ、27…排水側チューブ、28…装置流量調整バルブ、30…下流側配管、31…上流側配管、32…下流側接続継手、33…上流側接続継手、34…主循環配管、40…冷却装置筐体、41, 41a, 41b…主循環用ポンプ、42…タンク、43…冷却部、44…エキスパンションバルブ、45…コンプレッサ、46…冷却制御回路、47…冷媒冷却ファン、48…冷媒用ラジエータ、49…冷却液用ラジエータ、50, 50a, 50b…熱交換器、51…冷却液冷却ファン、52…冷却装置、53…搭載装置、54…バイパス流量調整バルブ、55…逆止弁、60…給排水チューブ保持部、61…スライドラール、62…サーバモジュール、63…空冷方式の装置。

【書類名】

図面

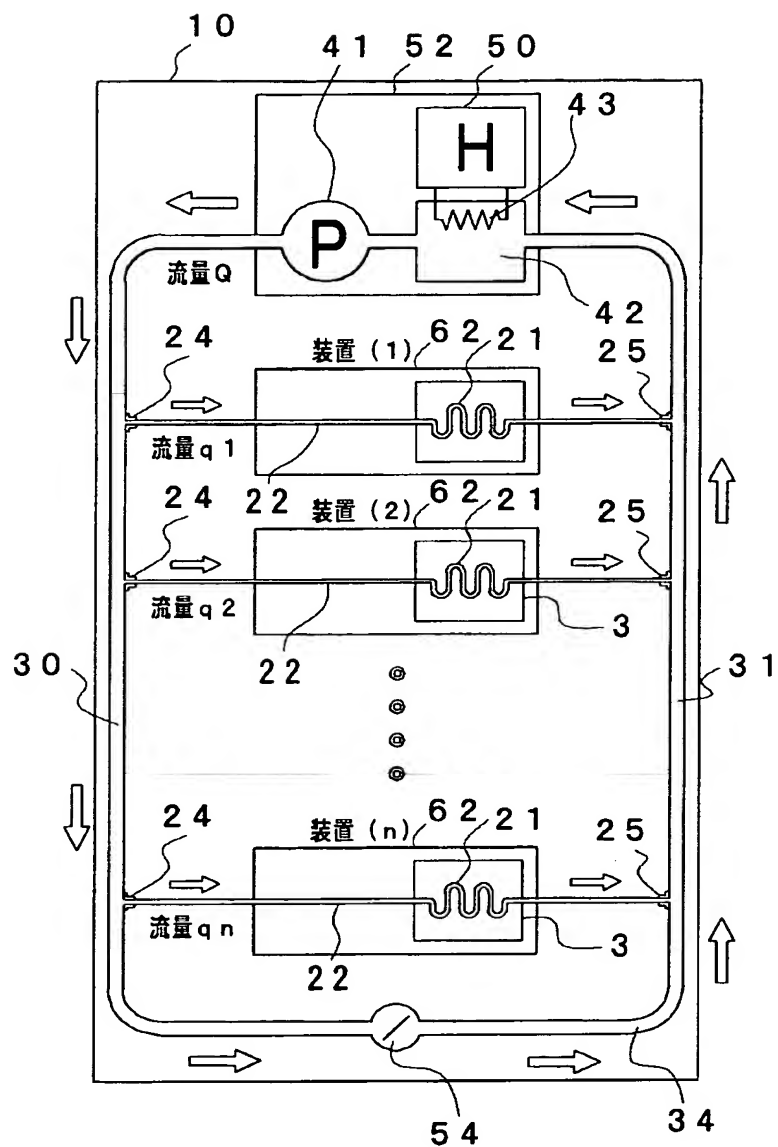
【図 1】

図 1

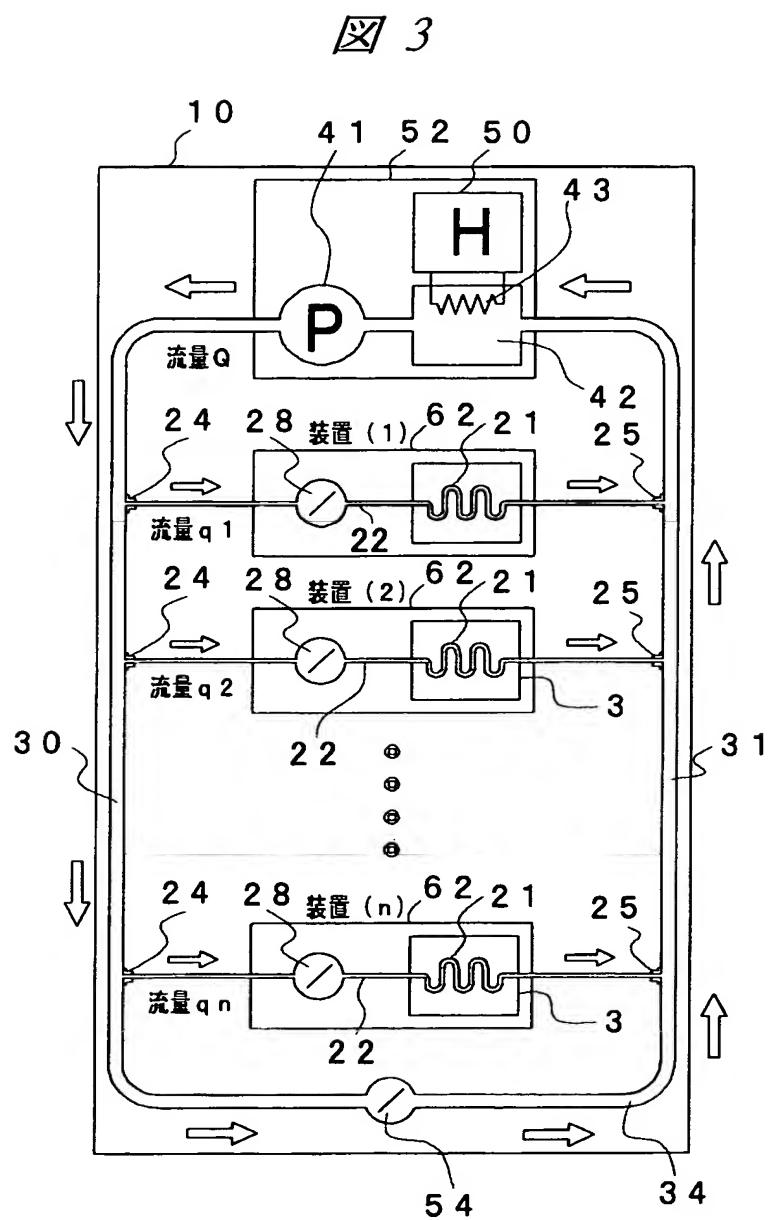


【図 2】

図 2

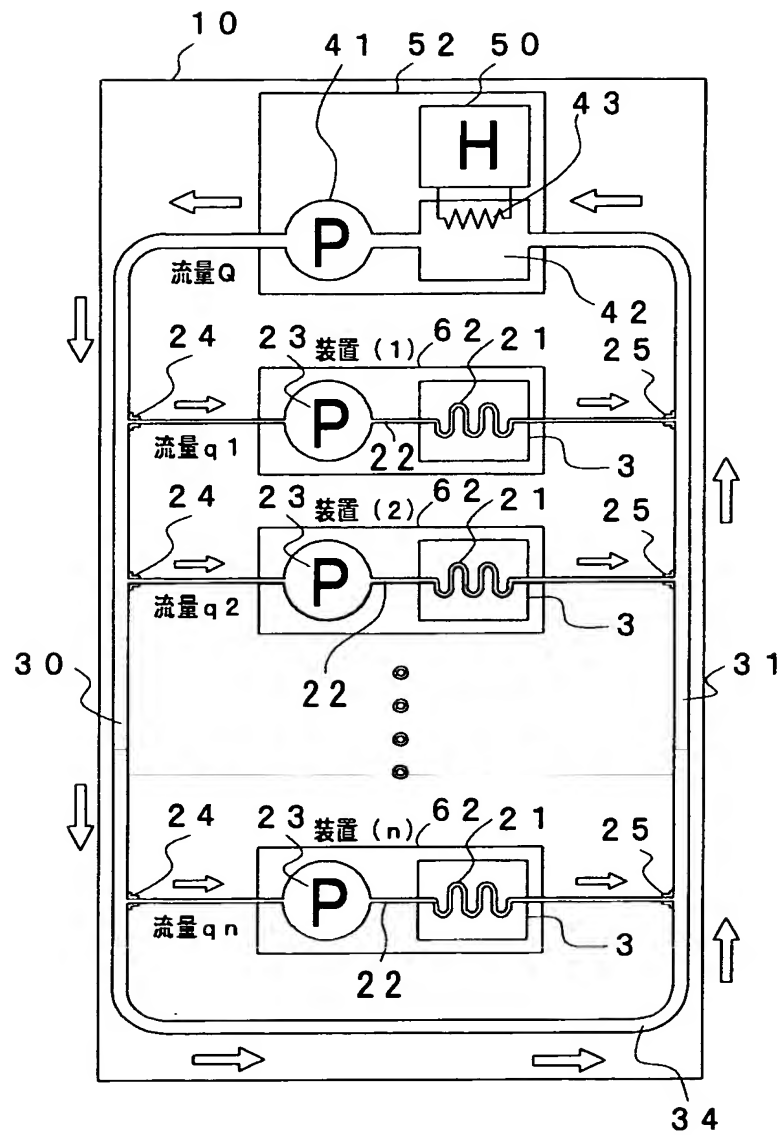


【図 3】



【図 4】

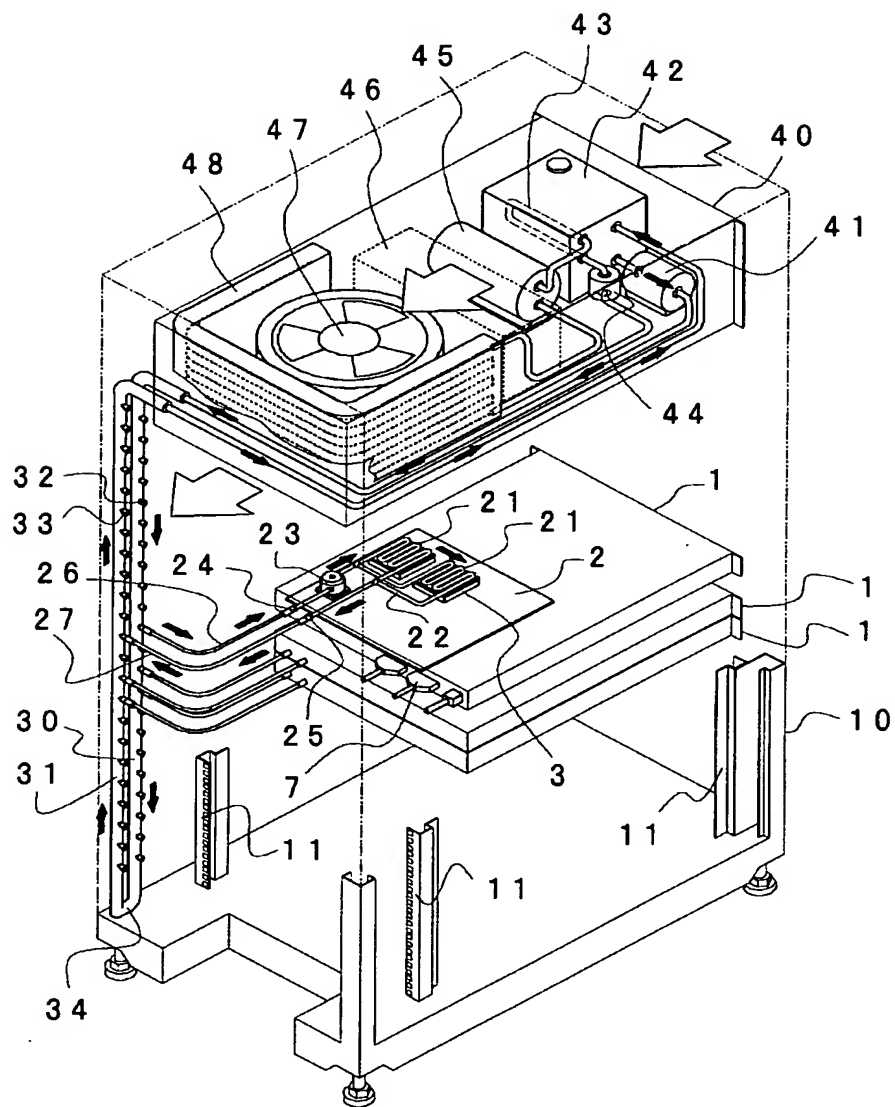
図 4



- |               |              |
|---------------|--------------|
| 3: 発熱部        | 41: 主循環用ポンプ  |
| 10: ラックキャビネット | 43: 冷却部      |
| 21: 受熱部       | 52: 冷却装置     |
| 23: 装置内部ポンプ   | 62: サーバモジュール |
| 34: 主循環配管     |              |

【図 5】

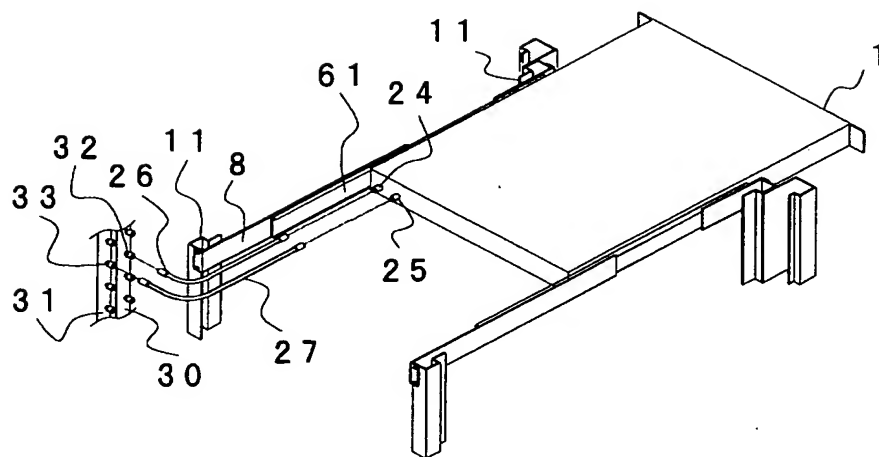
図 5





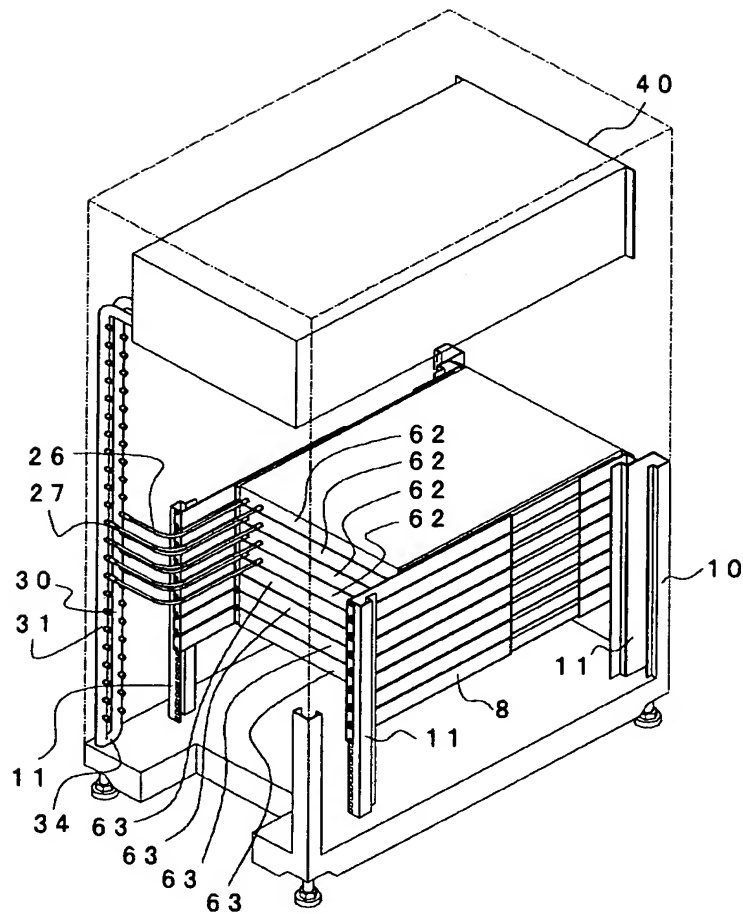
【図 6】

図 6



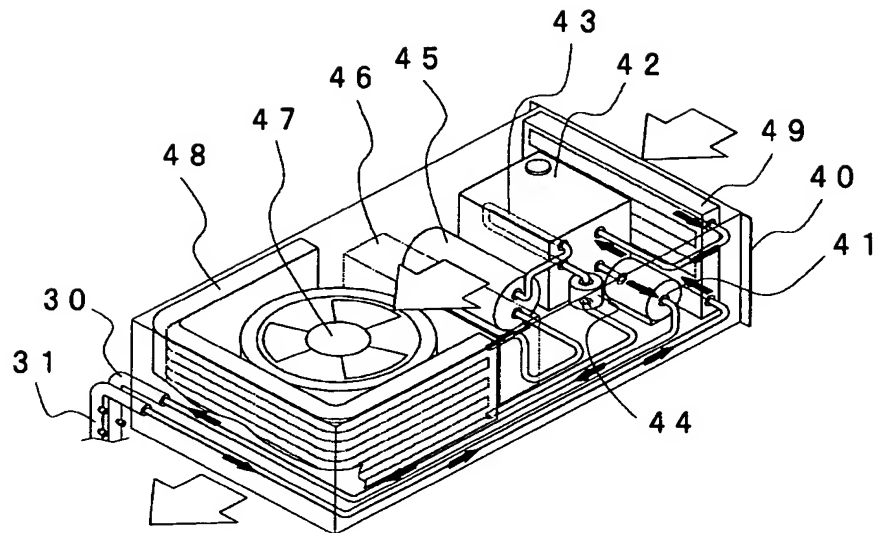
【図 7】

図 7



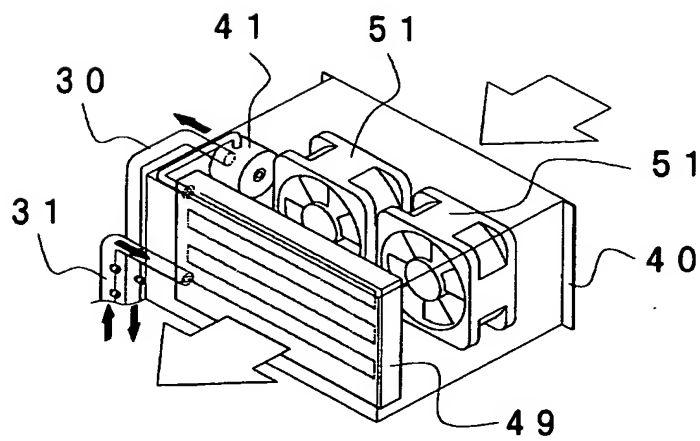
【図 8】

図 8



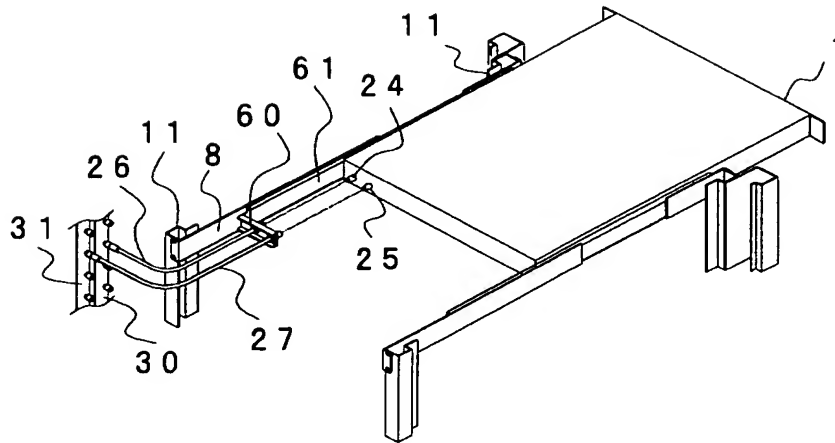
【図 9】

図 9



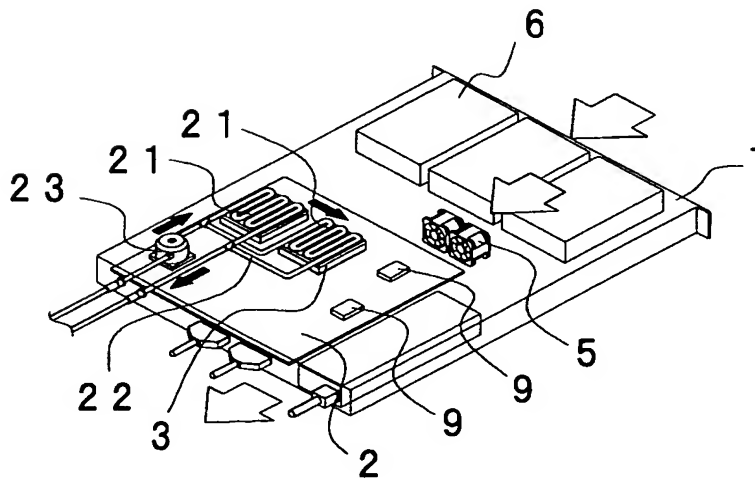
【図 10】

図 10



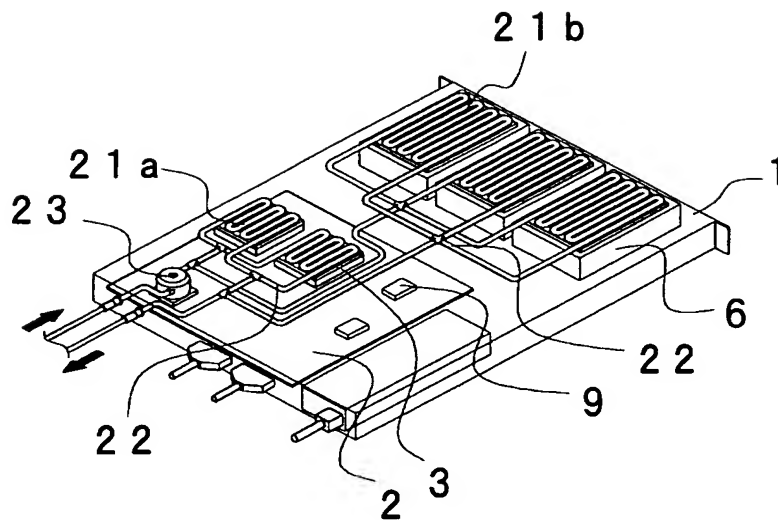
【図 1 1】

**図 11**



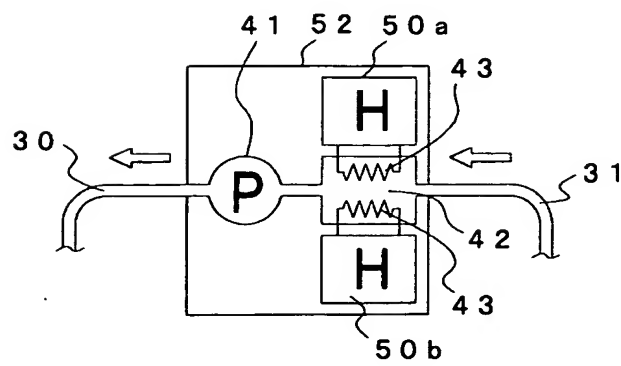
【図 12】

図 12



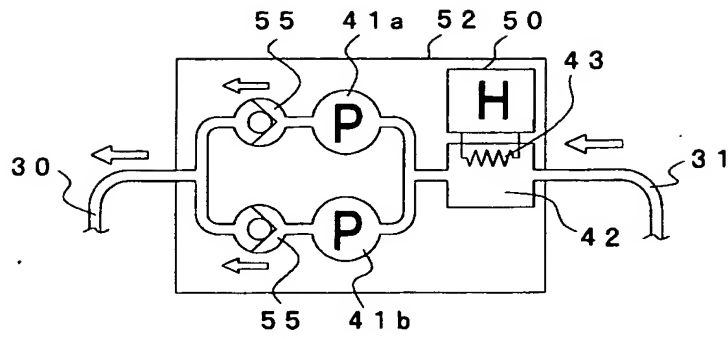
【図 13】

図 13



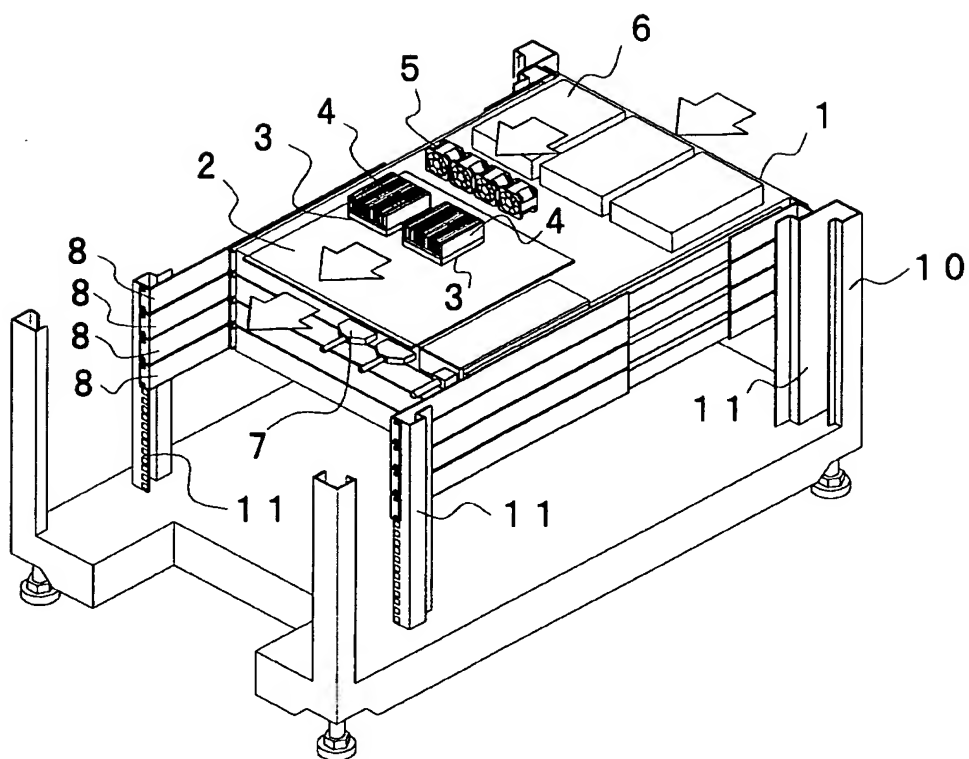
【図 14】

図 14



【図 15】

図 15



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サーバモジュールが高性能化、薄型化、高密度実装化しても、ラックマウント方式の利点を損なわず、ラックキャビネット内に搭載された複数のサーバモジュールの信頼性確保に十分な冷却を可能にし、特に液冷方式を採用してサーバモジュールに搭載された高発熱部品の放熱を円滑に行う冷却技術を提供する。

【解決手段】 ラックマウントサーバシステムにおいて、ラックキャビネット 10 に主循環配管 34、主循環用ポンプ 41、冷却部 43 を設け、主循環配管 34 を通じて冷却液を循環させる。さらに、受熱部 21 と装置内部ポンプ 23 を設けた複数のサーバモジュール 62 を、前記主循環配管 34 に並列に接続して冷却液を給排水し、各サーバモジュール 62 内の発熱部 3 を冷却する。温まった冷却水は装置外部に排水し、冷却装置 52 で一括で冷却したのちに再び装置内部に給水する。

【選択図】 図 4



特願 2 0 0 3 - 0 3 6 2 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地  
氏 名 株式会社日立製作所

特願 2 0 0 3 - 0 3 6 2 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 2 3 3 1 3 6 ]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 4 月 2 4 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地  
氏 名 株式会社日立画像情報システム
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 4 月 3 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地  
氏 名 株式会社日立アドバンスデジタル